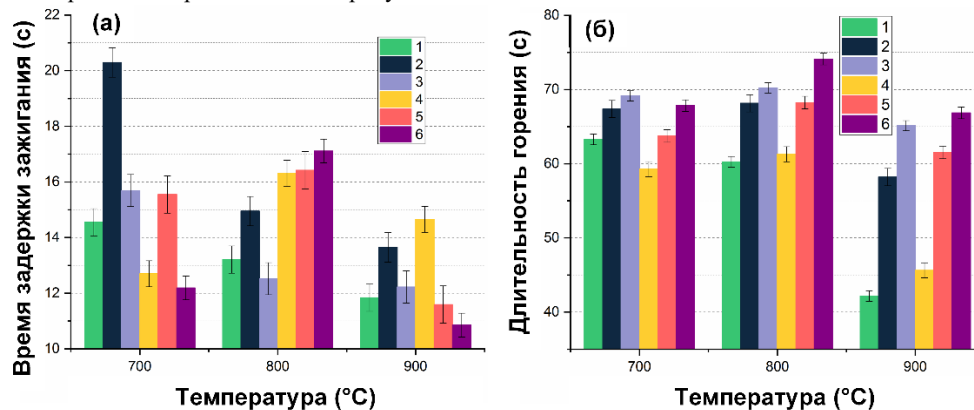


На рис. 2а показано среднее количество падений до разрушения для пеллет различного компонентного состава. Использование крахмала в составе топлива улучшило прочностные характеристики гранул, содержащих компрессорное масло и торф. В частности, количество падений с потерей механической целостности увеличилось в 1,2–1,4 раза. На рисунке 2б показан коэффициент потери массы для топлив с различным компонентным составом. Композиция на основе фильтр-кека и торфа с крахмалом или без него показала наименьшую потерю массы (около 2%).

Одним из этапов исследования являлось определение энергетических характеристик топливных пеллет. Результаты экспериментов представлены на рисунке 3.



**Рис. 3. Определение энергетических характеристик: (а) времена задержки зажигания; (б) длительность горения**

Добавка крахмала в топливные смеси оказала неоднозначное влияние на результаты экспериментов. При 700°C времена задержки гетерогенного зажигания у композиций с крахмалом снизились на 10–20%. При 800 °C задержка гетерогенного зажигания была выше для смесей с крахмалом, также наблюдалось более длительное газофазное горение для всех топливных композиций с добавкой крахмала. Как показывают эксперименты, добавление крахмала существенно не влияет на длительность горения топливных смесей. Разница в результатах не более 10%. Это связано с тем, что крахмал как добавка позволяет образовывать более прочную структуру топливного пеллета и уменьшает полноту прогорания топлива на низких температурах (700°C). Однако при увеличении температуры до 800°C, длительность горения увеличивается, что свидетельствует о снижении недожога и более полном окислении органического вещества.

Пеллеты на основе угольных отходов с различными добавками обладают высоким экологическим и энергетическим потенциалом. Несмотря на привлекательные энергетические показатели и влагостойкость, пеллеты на основе угольного шлама и отработанного компрессорного масла теряли свою прочность при хранении более 24 часов. Использование крахмала нецелесообразно для гранул из угольного шлама и соломы для улучшения их механической устойчивости. Крахмал лучше всего использовать для композиций, не содержащих биомассу или торф. Это обеспечит значительное повышение прочности этих гранул при транспортировке и хранении.

#### Литература

1. Karkania V., Fanara E., Zabaniotou A. Review of sustainable biomass pellets production – A study for agricultural residues pellets' market in Greece. *Renew Sustain Energy Rev* 2012; 16:1426–36.
2. Lubwama M., Yiga V., Muhairwe F., Kihedu J. Physical and combustion properties of agricultural residue bio-char bio-composite briquettes as sustainable domestic energy sources. *Renew Energy* 2020;148: 1002–16.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРОМЫСЛАХ

**Рудник В.Е., Рубан Н.Ю., Бай Ю.Д.**

Научный руководитель - доцент Н.Ю. Рубан

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Одними из главных источников электроснабжения газовых и нефтяных промыслов являются электроэнергетические сети различных распределительных сетевых компаний, а также автономные электростанции [1]. Для электроснабжения нефтяных и газовых промыслов отдаленных месторождений, которые затруднительно подключить к единой энергосистеме, чаще всего применяются автономные газотурбинные установки, использующие в качестве топлива природный газ. Так же стоит отметить, что добыча нефти и природного газа является важной частью экономики нашей страны.

В настоящий момент наблюдается тенденция роста потребления электроэнергии у энергосистемы в целом, промышленных предприятий, у нефтяных и газовых промыслов, в связи с расширением добычи и инфраструктуры [4]. В 2019 году ввели в эксплуатацию возобновляемые источники энергии мощностью 531 МВт, на данный момент ориентировочная мощность возобновляемых источников энергии составляет порядка 1,1 ГВт [3], но все же доля объектов возобновляемых источников энергии в единой энергосистеме России находится на уровне 0,5 % от общей

установленной мощности, которая составляет 246 ГВт [6]. Так же стоит отметить, что период ввода в эксплуатацию объектов возобновляемых источников энергии в нашей стране приходится на последние несколько лет и кажется уже достаточно внушительным. Стремясь к постоянному совершенствованию и модернизации путем использования новых технологий, многие компании в сфере газа и нефти добычи, могут рассматривать возможность использования солнечных электростанций в качестве электроснабжения промыслов (рис.1.).

Для примера на нефтеперерабатывающем заводе в городе Омске в 2019 году ввели в эксплуатацию солнечную электростанцию установленной мощности равной 1 МВт. Солнечная электростанция базируется на площади 2,5 гектар и состоит из 2,5 тысяч солнечных панелей производства российской компании «NEVEL». Это совершенно новый и уникальный проект для российской промышленности. На данный момент проект по внедрению технологий «Зеленой энергетики» является частью программы по развития нефтеперерабатывающего завода в городе Омске компании «Газпром нефть». Солнечная электростанция полностью обеспечивает электроэнергией комплекс административных зданий нефтеперерабатывающего завода, а также бытовой корпус рассчитанный на 2,6 тыс. сотрудников [2, 8].

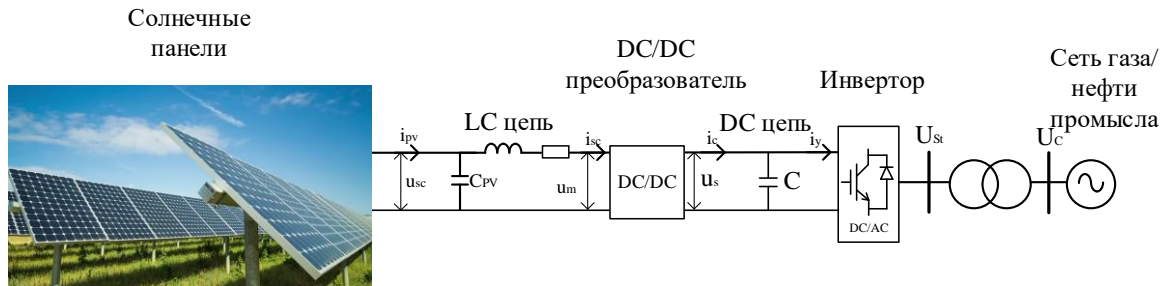


Рис. 1. Структурная схема солнечной электростанции

Солнечная электростанция — это электрическая станция, которая преобразует солнечную энергию в электрическую энергию. Солнечная электростанция состоит из массивов солнечных элементов, которые предназначены для преобразования энергии солнца в электрическую энергию, аккумуляторных батарей, которые выполняют функцию хранения электрической энергии, статического преобразователя напряжения, выполняющего функцию стабилизации напряжения, данное устройство не всегда может использоваться в солнечной электростанции и статического преобразователя напряжения, выполняющего функцию инвертора, для связи с энергосетью [5]. Так же стоит отметить преимущества солнечной электростанции:

1. Неисчерпаемость источника энергии (солнечная радиация);
2. Долгий срок службы электрической станции;
3. Экономичность;
4. Бесшумность;
5. Экологичность.

Но также солнечная электростанция имеет ряд недостатков:

1. Полная зависимость от погодных условий;
2. Высокая стоимость аккумуляторных батарей;
3. Высокая стоимость инвертора.

Если рассматривать потенциал использования солнечной энергии на территории России, то он имеет неоднородный характер, что иллюстрирует рисунок 2 [7], поэтому при использовании солнечной электростанции, как полноценной электростанции, потребуется провести анализ территории.

Несмотря на многие преимущества газотурбинных установок по сравнению с солнечными электростанциями, использование же солнечной электростанции может стать наиболее экономичным решением для объектов мощностью до 10 МВт, удаленных от основного источника питания. Для обеспечения требуемого уровня качества и надежности электроснабжения потребителей, в данном случае газового или нефтяного месторождения, должны быть источники питания, которые способны обеспечить стабильную выдачу электроэнергии при увеличении нагрузки, например, связанной с пуском электродвигателей, поэтому солнечную электростанцию возможно подключать на параллельную работу с газотурбинной установкой. Использование солнечной электростанции и газотурбинной установки позволит увеличить срок работы газотурбинных установок, снизив их загруженность.



Рис. 2. Карта солнечной инсоляции в России [7]

Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод, что применение солнечных электростанций на нефтегазовых промыслах возможно, но требует детального анализа, как местности, на которой находится промысел, так и особенности его электроснабжения.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, грант МК-5320.2021.4

#### Литература

1. Абрамович, Б. Н. Электроснабжение нефтегазовых предприятий: учеб. пособие / Б. Н. Абрамович, Ю. А. Сычев, Д. А. Устинов.: – Санкт-Петербургский государственный горный институт. СПб, 2008. – 81с.
2. Газпром нефть. «Газпром нефть» начала производить солнечную электроэнергию на Омском НПЗ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/news/gazprom-neft-nachala-proizvodit-solnechnuyu-elektroenergiyu-na-omskom-npz/>, свободный – (10.02.2021).
3. Министерство энергетики Российской Федерации Возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://surl.li/mvvgx>, свободный – (10.02.2021).
4. Отчеты о функционировании Единой энергетической системы. АО «СО ЕЭС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://so-eps.ru/index.php?id=ups\\_reports](http://so-eps.ru/index.php?id=ups_reports), свободный – (10.02.2021).
5. Пионкевич, В. А. Аспекты практического применения солнечных установок для электроснабжения промышленных и сельскохозяйственных потребителей. / В. А. Пионкевич // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2016. – №5. – С. 129-134.
6. СО ЕЭС России. Отчет о функционировании ЕЭС России в 2019 году (31 января 2020 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://so-eps.ru/functioning/tech-disc/tech-disc-ups/>, свободный – (10.02.2021).
7. ENERGY Альтернативная. Как рассчитать количество солнечной энергии в регионе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.betaenergy.ru/insolation/>, свободный – (10.02.2021).
8. HEVEL. Проекты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hevelsolar.com/kz/projects/omskii-npz-pao-gazpromneft/>, свободный – (10.02.2021).

#### АНАЛИЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ТЭЦ МОЩНОСТЬЮ 94 МВт

Савчук В.В., Космынина Н.М.

Научный руководитель - доцент Н.М. Космынина

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

ТЭЦ мощностью 94 МВт расположена в г. Кемерово. Электрическая мощность необходима для энергоснабжения промышленных предприятий, в том числе для крупного химического комбината; нужд города. Тепловой мощностью в виде тепла и горячей воды станция обеспечивает население и промышленные предприятия. Последнему уделяется особое внимание: завершено строительство тепломатриалы от станции в районы города, что позволило работать станции в экономичном тепловом режиме [1].

В настоящее время электростанция обеспечена необходимыми инженерными и транспортными коммуникациями, соответствующей инфраструктурой, необходимой для производства тепловой и электрической энергий, а также выдачи энергии во внешние сети.

На рис. 1 представлена структурная схема выдачи электроэнергии электростанции.